

De los  
**métodos**  
y las **maneras**



Posgrado  
en Diseño

**Luis Enrique Acosta Martínez**

ORCID 0000-0003-1115-3953

*El color como factor de calidad en la  
iluminación y su influencia sobre el estado  
de ánimo humano*

Capítulo 2

pp. 15-24

---

## De los métodos y las maneras

### Número 4

---

#### Coordinador de la obra

Dr. José Iván Gustavo Garmendia Ramírez

#### Compilación y Diseño editorial

Mtra. Sandra Rodríguez Mondragón

DCG. Martín Lucas Flores Carapia

#### México

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Azcapotzalco

Coordinación de Posgrado de

Ciencias y Artes para el Diseño

---

Primera edición impresa: 2019

Primera edición electrónica en pdf: 2019

<http://hdl.handle.net/11191/6249>

ISBN de la colección en versión impresa: 978-607-28-1322-9

ISBN No. 4 versión impresa: 978-607-28-1787-6

ISBN de la colección en versión electrónica: 978-607-28-1326-7

ISBN No. 4 versión electrónica: 978-607-28-1790-6



Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

2020:

Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, Coordinación de Posgrado de Ciencias y Artes para el Diseño. Se autoriza la consulta, descarga y reproducción con fines académicos y no comerciales o de lucro, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. Para usos con otros fines se requiere autorización expresa de la institución.

Universidad  
Autónoma  
Metropolitana



Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**



Ciencias y Artes para el Diseño

**Cordinación de  
Posgrado CyAD**

<http://cyadposgrados.azc.uam.mx/>

# El color como factor de calidad en la iluminación y su influencia sobre el estado de ánimo humano

Luis Enrique Acosta Martínez

## Introducción

El ambiente luminoso influye en el confort. Es un elemento crítico en el diseño de oficina, puede mejorar o empeorar la experiencia en el trabajo y afectar el bienestar de los empleados.

No solo deben tomarse en cuenta aspectos como el IRC (Índice de reproducción cromática), la iluminancia (lux) y la distribución (uniformidad), práctica profesional común en el diseño de iluminación. Es importante considerar el modelo de calidad de iluminación adoptado por IES, ALA e IALD, y los factores de calidad de iluminación, producto del modelo CIE.

A pesar de ser tema de estudio en la actualidad, el color está lejos de ser considerado en la iluminación, a pesar de inconscientemente estar expuestos a él. El color nos afecta a un nivel social, fisiológico y psicológico. Está comprobado que espacios de color (pigmento) modifica el estado emocional en ambientes laborales y, en consecuencia, el rendimiento.

En iluminación, la reciente tecnología RGB de LED permite tener acceso a varias tonalidades, lo que permite transformar el ambiente construido. Actualmente las tendencias están orientadas a una iluminación dinámica a través del control de la Temperatura de Color Correlacionada (TCC), donde las tonalidades cambiantes entre azul, amarillo y ámbar imitan el continuo cambio de la luz diurna, con el objetivo de tratar trastornos estacionales (cronoterapia). En la Unidad de Medicina

de Harvard han demostrado, por ejemplo, que la luz azul excita el cerebro y nos activa, mientras que la luz roja tranquiliza y nos conduce a un estado de alerta y rendimiento agudo.

No hablamos de cromoterapia, catalogada como pseudociencia, sino de efectos psicológicos y fisiológicos (a un nivel psicosomático) producidos por la percepción del color luz que pueden mejorar el estado de ánimo y el rendimiento laboral al ser tomado en cuenta como *factor de calidad en la iluminación*.

Los seres humanos a menudo perciben la luz como poética e inspiradora. Pero la luz hace mucho más que agitar la imaginación; la forma cómo percibimos la luz puede afectar todo, desde nuestras emociones a nuestro estado de alerta y ritmo circadiano. El arte comparte un poder igualmente profundo. Los neurocientíficos han determinado, por ejemplo, que apreciar la naturaleza presente en el arte elevan nuestro bienestar. Tanto la luz como el arte son herramientas potentes que afectan nuestro estado psicosomático. Podemos manipular la luz para evocar sensaciones que capten cuerpo, mente, imaginación y emoción.

Maja Petric (2017)

El ambiente luminoso es un conjunto de factores determinantes en el confort del ser humano. Como elemento crítico en el diseño de espacios laborales de

oficina, puede mejorar o empeorar la experiencia en el trabajo y afectar el bienestar de los empleados.

Se ha demostrado, por ejemplo, que cuando las personas consideran que la iluminación del espacio de trabajo en el que se encuentran es mejor, están en un mejor estado de ánimo, tienen un menor número de quejas y califican su propio rendimiento como mayor; contrario a las personas a las que no les gusta la iluminación del espacio en el que se encuentran. Además, las personas en mejores condiciones de iluminación tienden a tener menos problemas de salud (Veitch, 2014). No intento generalizar, pero aún en la actualidad, la iluminación en oficinas suele ser monótona y rutinaria.

Es conocido que la luz tiene efectos en el ser humano de forma variada y compleja. Los efectos de la luz van más allá de los fenómenos de la visión, incluyen por un lado los efectos psicológicos, el estado de ánimo y el comportamiento; y por el otro los efectos físicos y fisiológicos, tal como lo han definido Stone (1999), Küller & Küller (2001) y Veitch, van den Beld, Brainard, & Roberts (2004).

Para contribuir al confort lumínico y visual, la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE, por sus siglas en francés) elaboró el modelo de calidad de iluminación (Veitch, 1998) (Ver Fig.1), adoptado posteriormente por la Sociedad de Ingenieros en Iluminación, la Asociación Americana de Iluminación y la Asociación Internacional de Diseñadores de Iluminación (IES, ALA e IALD, por sus siglas en inglés respectivamente).

Esta clasificación refleja la importancia de los efectos no visuales de la luz en los seres humanos. No solo deben tomarse en consideración aspectos como el Índice de Reproducción Cromática (IRC), la iluminancia (lux) y la distribución de luz (uniformidad), práctica profesional común en el diseño de iluminación. La IES propuso, a modo de guía, dieciocho *factores de calidad de iluminación* (IES RR-03, 2003), con el fin de proporcionar a los diseñadores de iluminación un esquema comparativo para clasificar el nivel de importancia que tienen los factores en determinados espacios arquitectónicos, y generar así, ambientes luminosos que contribuyan al confort.

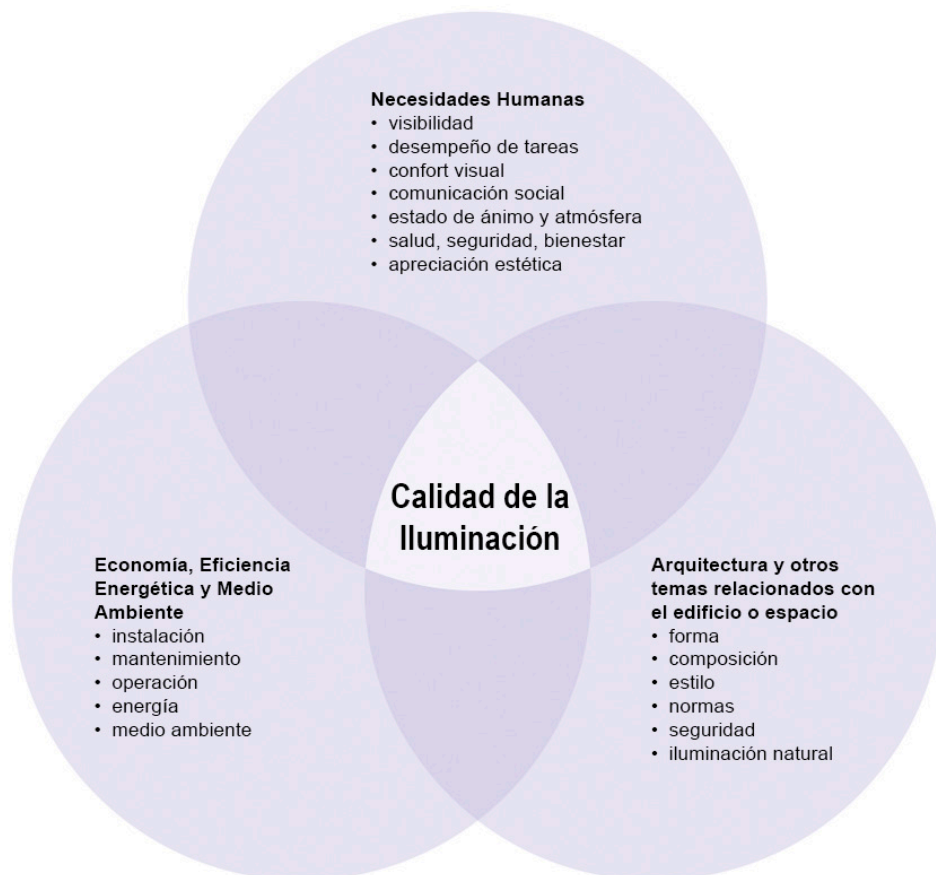


Fig. 1. Modelo de calidad de la iluminación: la integración de las necesidades humanas, la economía y el medio ambiente, y la arquitectura.  
Fuente: Veitch (1998). Cortesía del Consejo Nacional de Investigación de Canadá (NRC).

Sin embargo, aun cuando los manuales de CIE, IES e IALD son los más completos en el tema de iluminación, en ningún apartado se menciona algún criterio acerca de la aplicación del color luz que emiten algunas lámparas, salvo en aspectos estéticos y en propiedades del color: Índice de Reproducción Cromática (IRC) y la Temperatura de Color Correlacionada (TCC), de la cual hablaremos más adelante.

A pesar de ser tema de estudio en la actualidad, el color está lejos de ser considerado factor importante en la iluminación. No obstante, inconscientemente se está expuesto a él.

El color, al igual que la iluminación, afecta el estado de ánimo y el nivel de estimulación de los individuos (Mehrabian & Russell, 1974). Lo que permite suponer que dichas diferencias afectan indirectamente el desempeño y la productividad de una tarea; tal como se ha comprobado en estudios realizados en los espacios de trabajo (Küller & Mikellides, 1993; Küller, Ballal, Laike, Mikellides, & Tonello, 2006; Mehta & Zhu, 2009, entre otros).

Un claro ejemplo de la influencia del color en espacios laborales son las oficinas de la empresa Google, donde, en conjunto con alternativas que fomentan su filosofía de productividad a través del confort de sus usuarios, el uso de colores atractivos en el diseño de interiores (visto este como color pigmento en cuerpos o materia) han demostrado una mejora en el rendimiento de los empleados debido a que estimulan positivamente el estado de ánimo.

Es evidente que los colores influyen en el ser humano, pero ha sido difícil demostrar esos efectos de forma consistente. Diversos estudios, basados en el color pigmento como método de análisis, han realizado importantes aportaciones para indagar cómo actúan los colores en la percepción y el comportamiento, pero algunos difieren en resultados e incluso son contradictorios (Schauss, 1985; Heller, 2004; Ortiz, 2011; Genschow, Noll, Wänke & Gersbach, 2014). Al parecer ningún color pigmento tiene un efecto claro, pero afecta y cambia nuestro estado de ánimo. Sin embargo, con el color desde el punto de vista lumínico (color luz) parece no haber demasiada discrepancia.

La reciente tecnología RGBW de LED permite tener acceso a diversas tonalidades con una misma lámpara, lo que permite transformar el ambiente construido. Es aquí donde el color luz puede ser más eficiente. Para colorear los espacios, una opción más práctica sería teñir las paredes con luz de color, que pintarlas constantemente.

Aunque el uso del color luz ha sido aplicado mayormente en intervenciones artísticas, tanto en espacios interiores como exteriores, recientes estudios sobre el tema de la iluminación hospitalaria ofrecen nuevos conceptos donde la tonalidad de la luz puede ser un elemento beneficioso para pacientes, visitantes y personal médico (Philips, 2009).

Tanto en las salas de espera como en áreas de recuperación del paciente, e incluso áreas de ciertas prácticas médicas, se puede presentar tensión, ansiedad o miedo por parte de los internos y de los visitantes, pero una iluminación acogedora puede tener un efecto relajante. Precisamente con este fin, Philips ha desarrollado un concepto de iluminación innovador. Consiste en la creación de una atmósfera más reconfortante a través de tecnología RGBW, iluminación multimedia y paneles luminosos, lo que mejora el confort psicológico, reduce los niveles de ansiedad y facilita el trabajo por parte de los médicos. Ejemplo de hospitales con el uso de ésta tecnología son: *Children's Hospital Colorado*, *Princess Alexandra*, *Charité Campus Virchow Clinic* y *Nordsjaelands* (Philips, 2013; Philips, 2014; CHC, 2014).

La llegada de estas nuevas tecnologías basadas en lámparas LED a principios del siglo XXI y la relación del color de la luz natural con el ritmo circadiano, han influido en el estudio de los colores luz en la actualidad.

A manera de paréntesis, es conocido que en la transducción visual, la retina juega un papel importante, ya que en ella se encuentran dos tipos de fotorreceptores encargados de la visión formadora de imágenes: los conos, responsables de la sensibilidad al color (visión fotópica), y los bastones, responsables de la visión en blanco y negro, es decir, la luminosidad comúnmente llamada brillo (visión escotópica) (IESNA, 2000). Sin embargo, se ha descubierto que estos dos tipos de fotorreceptores no son los únicos con la propiedad de activarse directamente por la luz que entra en el ojo. Las células ganglionares retinianas "*ipRGCs*", también fotorreceptoras ubicadas en la retina, son las células que envían información al cerebro para regular los ritmos de sueño y vigilia (el ritmo circadiano) que tenemos en función de la luz ambiental, además de otras importantes funciones biológicas (Morgado, 2012; Tosini, Ferguson & Tsubota, 2016). Este tipo de células fotorreceptoras tienen una respuesta a la luz con un pico de sensibilidad alrededor de los 479 nm (longitud de onda correspondiente al azul-cian) (Lucas, Douglas & Foster, 2001). Y aunque se ha comprobado las funciones



de las células *ipRGCs*, una reciente investigación ha descubierto que los mecanismos moleculares “puntuales”, encargados de regular el “reloj biológico” o ritmo circadiano a través de señales como la luz, se encuentran ubicados en todo el cuerpo (Hall, Rosbash & Young, 2017). No obstante, es a través de la retina que la sincronización del ciclo de sueño parece más evidente, ya que la exposición a la luz suprime la secreción de melatonina, hormona afectada, en gran parte, por las células *ipRGCs*.

En la unidad de sueño de la Facultad de Medicina de Harvard, se ha estudiado los efectos que tiene el color luz en el ser humano y se ha analizado como parámetros de control el estado de alerta, el rendimiento, los niveles hormonales y la temperatura corporal con el fin de tratar el trastorno afectivo estacional y el trastorno de sueño, sobre todo en los países ubicados en el hemisferio norte, los cuales en invierno están expuestos a pocas horas de iluminación natural.

El Dr. Lockley (Ogilvie & Esteve, 2008), señala:

La opinión que tiene la mayoría de la gente sobre la influencia (psicológica) de los colores en el estado de ánimo, es que el rojo es excitante, porque es el color del fuego y de la sangre, y el azul es relajante, porque es el color del cielo y del mar. Sin embargo, los estudios demuestran lo contrario: el azul excita el cerebro y nos activa, mientras que el rojo nos ayuda a calmarnos y nos conduce a un estado de alerta y rendimiento agudo.

Como ya se había mencionado, las longitudes de onda corta o luz azul influyen sobre todo en el ritmo circadiano a través de las células ganglionares “*ipRGCs*”. Esto significa que no es la luz en general, sino el espectro de luz, es decir, el propio color el que produce efecto.

Se ha comprobado que la exposición a la luz azul por la noche provoca problemas de sueño, lo cual es una desventaja en el mundo actual, ya que la mayoría de las pantallas y celulares con tecnología LED aumentan la exposición a las longitudes de onda corta. Y aunque las pruebas experimentales son muy preliminares, el sueño corto está vinculado a un mayor riesgo de depresión, diabetes y problemas cardiovasculares, e incluso la asociación con el cáncer debido a los niveles bajos de melatonina (Harvard Health Letter, 2012).

No obstante, la luz azul puede ser beneficiosa o perjudicial conforme al horario biológico en el que ésta se utilice: durante las horas de luz solar aumenta la

atención, los tiempos de reacción y el estado de ánimo, mientras que en las horas posteriores al ocaso, genera problemas de sueño y vigilia.

Estos estudios han impulsado el desarrollo de propuestas para regular el ritmo circadiano. La aplicación de una iluminación dinámica con el cambio de TCC, la tecnología aplicada en pantallas electrónicas para colocar filtros de luz roja y suprimir la azul, el uso de lentes que bloquen la luz azul en horarios nocturnos o lentes que permiten acceder a la luz azul en países donde la duración de la luz solar se vuelve corta, son algunas de las propuestas que han generado buenos resultados.

Este tipo de iluminación circadiana es conocida también como cronoterapia que, a diferencia de la cromoterapia catalogada como pseudociencia, se basa en la suposición de que nuestras funciones corporales están controladas por la información del tiempo (ritmo circadiano) influenciado, en gran medida, por la luz natural (Holzinger, 2014).

Actualmente, la tendencia en el diseño de iluminación en oficinas, basada en la cronoterapia, está orientada a la creación de ambientes dinámicos con el cambio de Temperatura de Color Correlacionada (TCC).

La TCC de una fuente luminosa artificial está asociada a la sensación de color que emite un cuerpo negro (radiador de Planck) al ser calentado a una determinada temperatura, por lo que la TCC se expresa en grados kelvin (K). Cuanto más baja sea la TCC (<3,300 K), más “cálida” será la luz, y mientras más alta sea (>5,000 K), más “fría” será la luz que proporcione la fuente luminosa; si se encuentra entre 3,300 y 5,000 K, se tratará de un “blanco neutro” (CIE, 2001). Las tonalidades generadas por el radiador, en orden de creciente temperatura, van del rojo, convirtiéndose en anaranjado, amarillo, blanco y terminan en azul. Es importante aclarar que la TCC no tiene una relación directa con la denominación subjetiva “color cálido” y “color frío”, ya que, paradójicamente, el azul (denominado “frío”) está relacionado con el tono de un cuerpo negro a altas temperaturas, y el rojo, ámbar y amarillo (denominados “cálidos”) están relacionados a las bajas temperaturas.

En otras palabras, el término TCC se utiliza para referirse a la producción, en bajas proporciones, de tonalidades ámbar, amarilla o azul en la emisión de luz blanca por parte de las lámparas (Fig.2). El uso de estos colores luz es poco perceptible para la vista del ser humano, ya que el ojo se adapta naturalmente para

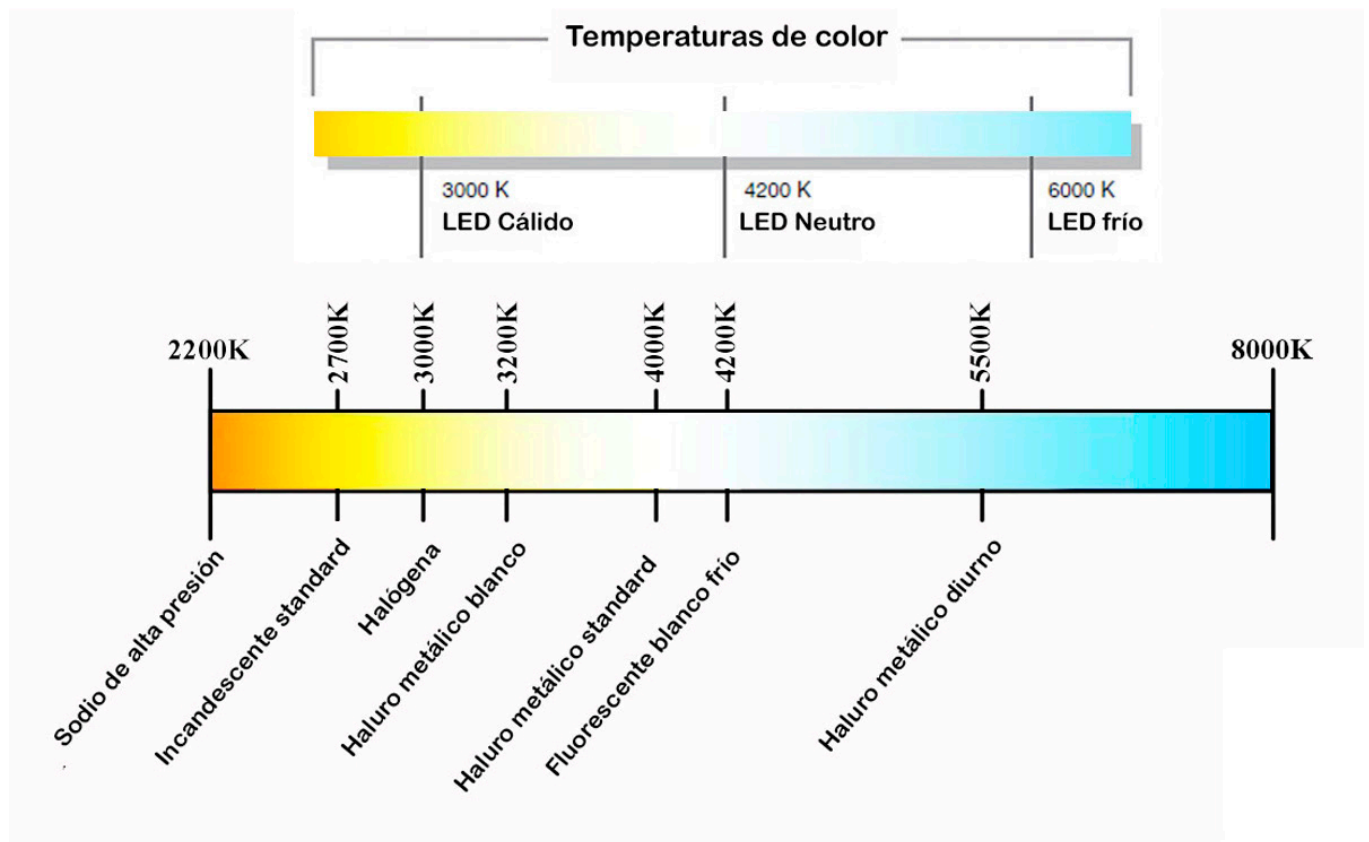


Fig. 2. Comparativa de los tonos de la TCC de diferentes lámparas y los LED  
Fuente: Basado en 3PHASE (2016).

que su entorno inmediato se acerque lo más posible al blanco, fenómeno conocido como adaptación cromática (Gregory, 2013). Esto ocurre precisamente porque la retina periférica ve mejor los grandes rasgos de una imagen (la iluminación), mientras que la retina central aprecia mejor los detalles (atención selectiva) (Morgado, 2012). Un claro ejemplo de este fenómeno es el efecto Troxler.

Con base en esto, sumado al control de la TCC que ofrece la tecnología LED, el Centro de Aplicación de Alumbrado de Philips propone una *iluminación dinámica y flexible* en entornos de oficina a través de ambientes luminosos que cambian automáticamente en relación a la iluminación natural, con el fin de regular el ritmo circadiano (Philips, 2005; citado por Oziemblewski, 2006). (Fig.3).

Cabe mencionar que, aunque los tonos amarillo y azul descritos en la TCC son los más utilizados en el campo de la iluminación, el color en la luz blanca también pueden ser clasificados en tonos rosa y verde.

Con la llegada de las lámparas de descarga, por ejemplo las lámparas fluorescentes, la cromaticidad

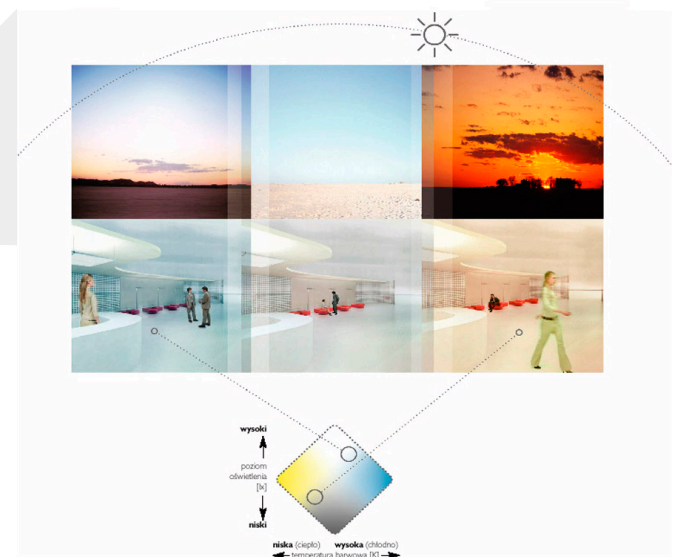


Fig. 3 Iluminación dinámica y flexible. Utilización del color luz amarillo y color luz azul (TCC).

Fuente: Philips, 2005 (citado por Oziemblewski, 2006).

suele parecer un poco rosada o verdosa de acuerdo a las combinaciones de espectros con las que fueron creadas, aun cuando estas estén marcadas con la misma TCC (Sillevis, 2017). La CIE, a través de su espacio cromático de 1976, denomina la línea que representa los tonos de la TCC como Duv: ejes “u” y “v”; donde perpendicularmente el tono verde corresponde a un Duv positivo y el tono rosa o magenta a un Duv negativo (Ohno, 2011). (Fig. 4).

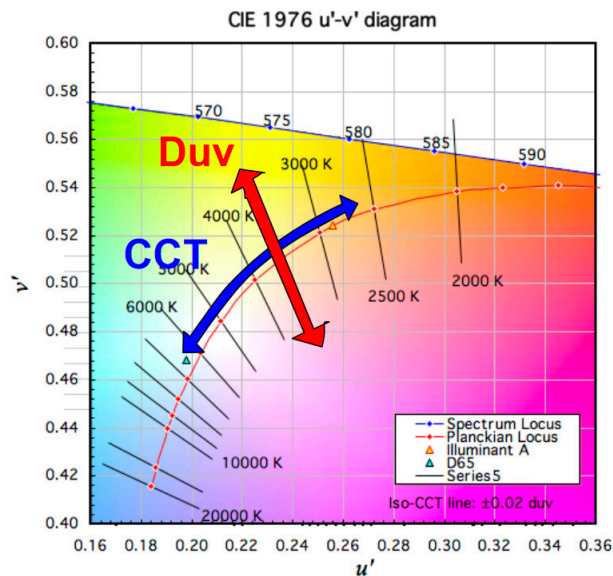


Fig. 4 Especificación de la cromaticidad de lámparas: TCC (variación de color luz amarillo-azul) y Duv (variación de color luz verde-magenta).  
Fuente: Ohno (2011).

De acuerdo con el espacio cromático CIE 1931 y CIE 1976, la representación de la TCC está relacionada, hasta cierto punto, con los estudios de los efectos de la luz azul y de la luz roja, pero en este caso, con la luz azul y la luz ámbar-amarillo en bajas intensidades (Fig.5). No obstante, al parecer tienen los mismos efectos: la luz blanca cálida (3,000 K) —tonalidad amarilla— facilita la relajación y mejora el bienestar del ser humano, mientras que la luz blanca fría (6,000 K) —tonalidad azul— estimula y activa el cuerpo humano (Philips, 2005; citado por Oziemblewski, 2006).

En el estudio de los efectos del color, tanto en colores pigmento como en colores luz, es común que el rojo sea contrastado con el azul, debido a que son los colores opuestos en longitudes de onda. Más allá de la cronoterapia, recientes estudios han analizado como estos dos colores afectan al ser humano a un nivel cognitivo. Se ha demostrado, por ejemplo, que las personas expuestas a un fondo azul en una pantalla de computadora superaron con mayor eficacia un test de creatividad, y las expuestas a un fondo rojo obtuvieron mejores resultados en pruebas de memoria y atención (Mehta & Zhu, 2009; Xia, Song, Wang, Tan, & Mo, 2016).

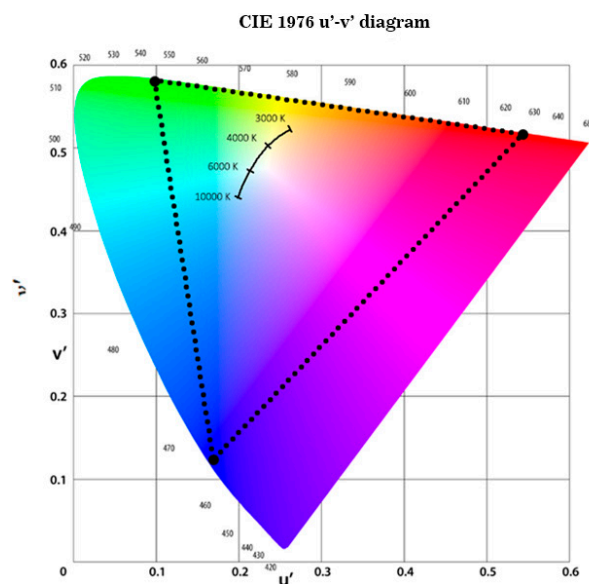
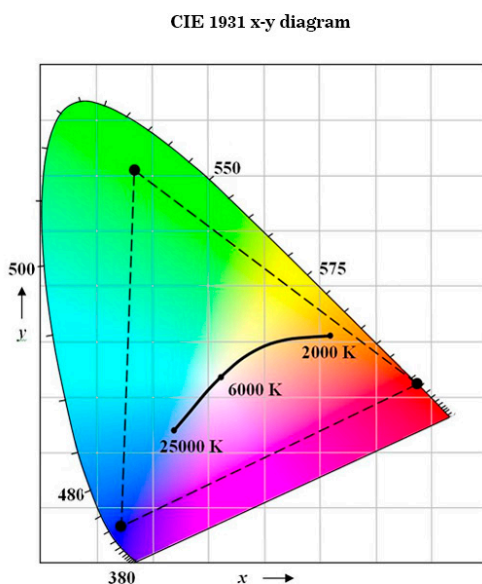


Fig. 5 Índice de reproducción cromática (IRC) y temperatura de color correlacionada (TCC) de una lámpara LED-RGB típica representados en el espacio cromático CIE 1931 y CIE 1976.  
Fuente: Basada en Lu, Nie & Wu (2014) y Nave (2000).



Como se ha mencionado, la afectación del color luz en el ser humano puede ser empleado para mejorar el rendimiento en espacios de oficina. Quizá la aplicación del color luz más constante, pero recientemente empleada, sea la ya mencionada *iluminación dinámica*.

Por otra parte, el color luz en su máximo grado de saturación o pureza, puede generar un mayor impacto sobre el estado de ánimo, como ya se ha comprobado con los estudios anteriores. Sin embargo, en un entorno laboral de oficina solo suele utilizarse en espacios donde las actividades no exigen un IRC mayor a ochenta, por ejemplo en audiovisuales o en áreas de uso exclusivo de la computadora, espacios cuya actividad no requiera la utilización de documentación física en papel.

Aquí es donde el diseño de la iluminación juega un papel importante. El color luz puede ser aprovechado de cuatro formas distintas: de manera directa con un máximo grado de saturación, en espacios donde la actividad no requiera un alto IRC; de manera directa atenuada, donde prevalece el blanco sobre cualquier

otro tono con el uso de la tecnología RGBW; de manera directa complementaria, con la utilización de lámparas personales (con un IRC > 80), lo que permite una mayor saturación del color luz en la iluminación general sin excluir la iluminación funcional; y de manera indirecta, al utilizar tonos saturados en una iluminación decorativa o “secundaria”.

Un buen ejemplo de diseño de iluminación para espacios laborales donde el color luz es empleado como elemento de diseño, son las oficinas R/GA diseñadas por *Foster and Partners*, las cuales producen ambientes luminosos dinámicos y atractivos, y en consecuencia, un mejor estado de ánimo y confort de los usuarios (TDA, 2015). (Fig.6)

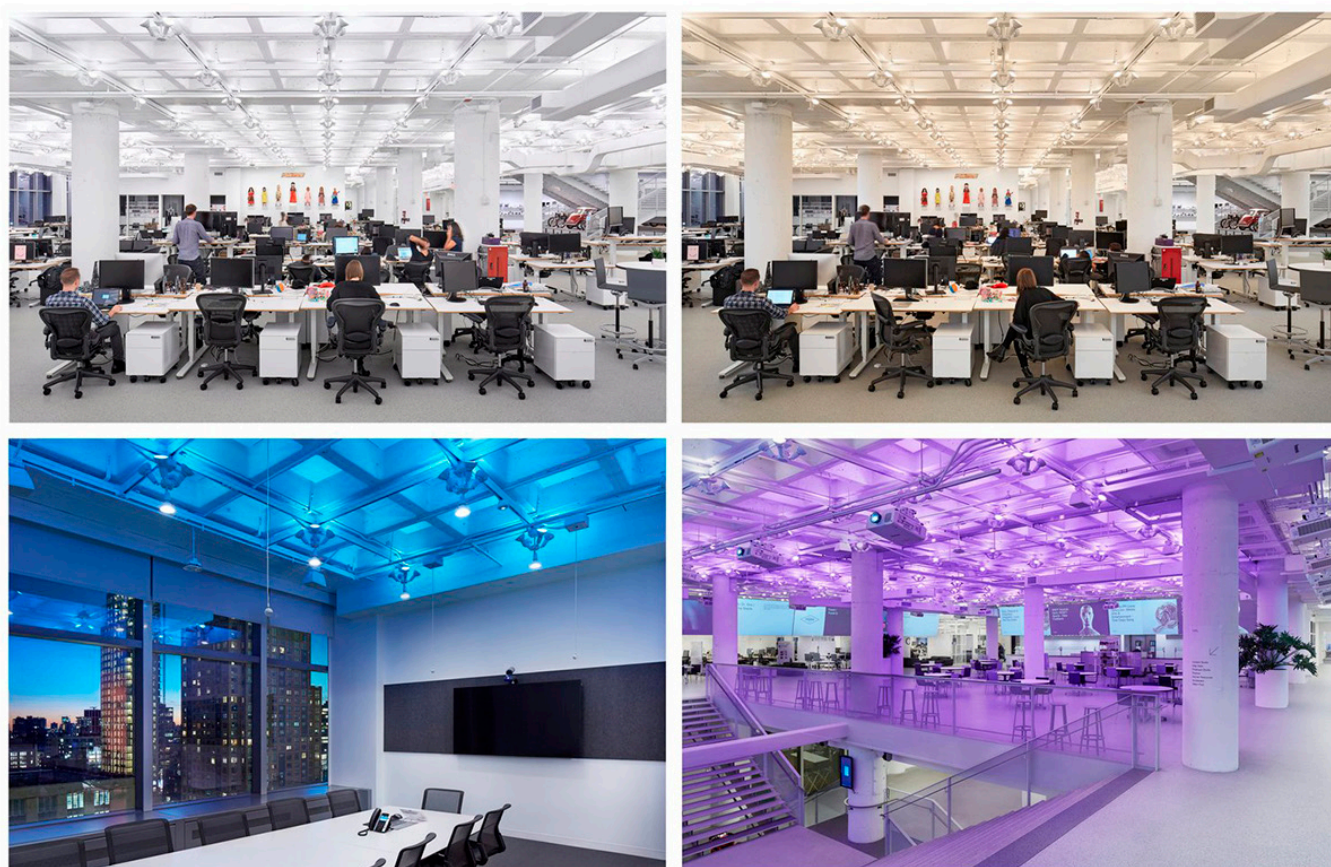


Fig. 6 Oficinas R/GA, Nueva York. Foster + Partners. Iluminación blanca general (izq. superior). Aplicación del color luz en iluminación directa atenuada (der. superior), iluminación indirecta (izq. inferior) e iluminación directa (der. inferior).

Fuente: TDA (2015). Fotografías: Muggenborg, J.



## **Conclusión**

Tras analizar los diferentes estudios acerca de la influencia de los colores luz en el ser humano, podemos afirmar que el color nos afecta a un nivel social, fisiológico y psicológico. Se trata de una reacción involuntaria, a nivel psicosomático, a partir de la percepción visual del ambiente luminoso.

Sin embargo, aun cuando se tiene noción del efecto del color luz sobre el estado de ánimo y la salud de los usuarios de un espacio, las recomendaciones y normativas vigentes en México (e incluso en IES y CIE) no toman en consideración esta relación.

Con la evolución de las lámparas LED y la tecnología RGBW es posible disponer de forma más sencilla a una enorme gama de colores, los cuales pueden iluminar cualquier espacio y contribuir al confort del ser humano a través de la percepción luminosa.

Es pertinente la realización de nuevos estudios que demuestren y comprueben los efectos de las diferentes longitudes de onda o color luz en el estado de ánimo y el rendimiento laboral, para que este pueda ser tomado en consideración como *factor de calidad en la iluminación* y aumentar así, la sensación de bienestar del ser humano, es decir, el confort psicológico.

Prueba de ello es el estudio, producto de la presente investigación, que se lleva a cabo actualmente en el posgrado de diseño bioclimático, el cual pretende comprobar que el estado de ánimo del ser humano en un ambiente laboral puede depender más del color propiciado por el sistema de iluminación de un ambiente luminoso que los niveles de iluminancia marcados por las normas nacionales y los criterios en términos de diseño establecidos por la IES como factores de calidad en la iluminación, y proponer así, nuevos criterios de diseño.

## Bibliografía

- CIE (2001). Lighting of Indoor Workplaces. CIE Standard 008/E-2001.
- Genschow, O.; Noll, T.; Wänke, M.; & Gersbach, R. (2014). Does Baker-Miller pink reduce aggression in prison detention cells? A critical empirical examination. *Psychology, Crime & Law*, 21, 482-489.
- Gregory, P. (2013). Realidad Virtual. Moritz Waldemeyer. *Lightecture, Ligth Magazine*. No.11.
- Hall, J. C.; Rosbash, M.; & Young, M. W. (2017). Discoveries of Molecular Mechanisms Controlling the Circadian Rhythm. The Nobel Assembly at Karolinska Institutet, 2017; 1, 1-7.
- Heller, V. (2004). Psicología del color. Cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón. Barcelona: Gustavo Gili, SL.
- Holzinger, B. (2014). Efectos del color de la luz en el bienestar humano. Luz, salud y bienestar. *Lightecture, Ligth Magazine*. No.17.
- IES RR-03 (2003). Ready Reference. Fourth Edition. Harrold, R. & Mennie, D. (Ed.). Illuminating Engineering Society of North America. New York: Publications IESNA.
- IESNA (2000). Lighting Handbook (9th Edition). Illuminating Engineering Society of North America. New York: Publications Department IESNA.
- Lu, R.; Nie, X.; & Wu, S. T. (2014). Color performance of an MVA-LCD using an LED backlight. *Journal of the Society for Information Display*, 16(11), 1139-1145.
- Lucas, R. J.; Douglas, R. H.; & Foster R. G. (2001). Characterization of an ocular photopigment capable of driving pupillary constriction in mice. *Nat Neurosci* 2001; 4(1), 621-626.
- Mehta, R. & Zhu, R. (2009). Blue or Red? Exploring the Effect of Color on Cognitive Task Performances. *American Association for the Advancement of Science*, 323(5918), 1226-1229.
- Mehrabian, A. & Russell, J. A. (1974). An approach to environmental psychology. University of Michigan: Cambridge, M.I.T. Press.
- Morgado, I. (2012). Cómo percibimos el mundo. Una exploración de la mente y los sentidos. Barcelona: Editorial Ariel.
- Ogilvie, A.; & Esteve, F. (productores) & Piper, H. (director). (2008). Cracking the Colour Code. [Cinta cinematográfica]. Australia / Francia: Electric Pictures Pty Ltd and Gedeon Programmes.
- Ortiz, G. (2011). El significado de los colores. 3ra. Ed. México: Editorial Trillas.
- Petric, M. (2017). Luz, arte y biofilia. Luz de color en la arquitectura. *Lightecture, Ligth Magazine*. No.25.
- Philips (2009). Iluminación basada en las personas. Luminous Philips. *Revista Internacional de luminotecnia*, 2009, No.2.
- Philips (2014). Case Study. Princess Alexandra Hospital. Harlow, UK: Koninklijke Philips Electronics N.V.
- Küller, R., Ballal, S., Laike, T., Mikellides, B., & Tonello G. (2006). The impact of light and colour on psychological mood: a cross-cultural study of indoor work environments. *Ergonomics*, 49(14), 1496-1507.
- Küller, R. & Mikellides, B., (1993). Simulated studies of color, arousal, and comfort. In *Environmental Simulation. Research and Policy Issue*, R.W. Marans and D. Stokols (Eds.), pp. 163-190 (New York: Plenum Press).
- Küller, R. & Küller, M., (2001). The Influence of Daylight and Artificial Light on Diurnal and Seasonal Variations in Humans. A Bibliography. Technical Report of CIE, No. 139 (Vienna: International Commission on Illumination).
- Schauss, A. G. (1985). The Physiological Effect of Color on the Suppression of Human Aggression: Research on Baker-Miller Pink. *International Journal of Biosocial Research*; 7(2), 55-64.
- Sillevis, W. (2017). Los cuatro tonos de la luz blanca. Nuevos parámetros en la iluminación LED. *Lightecture, Ligth Magazine*. No.26.
- Stone, P.T., (1999). The effects of environmental illumination on melatonin, bodily rhythms and mood states: A review. *Lighting Research and Technology*, 31(3), 71-79.
- Tosini, G.; Ferguson, I.; & Tsubota, K. (2016). Effects of blue light on the circadian system and eye physiology. *Molecular Vision* 2016; 22(1), 61-72.
- Veitch, J. A. (1998). Commentary: On unanswered questions. In J. A. Veitch (Ed.). *Proceedings of the First CIE Symposium on Lighting Quality*. CIE x015-1998, pp. 88-91.
- Veitch, J.A., Van Den Beld, G., Brainard, G. & Roberts, J.E., (2004). Ocular Lighting Effects on Human Physiology, Mood and Behaviour. Technical Report of CIE, No. 158. (Vienna: International Commission on Illumination).
- Xia, T.; Song, L.; Wang, T. T.; Tan, L.; & Mo, L. (2016). Exploring the Effect of Red and Blue on Cognitive Task Performances. *Frontiers in Psychology* 2016, 7:784.

### **Fuentes electrónicas**

- 3PHASE (2016). What is the led technology? [en línea]. Three Phase. Obtenido de: <http://3phase-co.com/showcate.php?page=4&showstyle=0&cateid=151&lang=1> [Recuperado el 6 octubre 2017].
- CHC (2014). MRI Ambient Experience [en línea]. Children's Hospital Colorado. Virtual Tour. Obtenido de: <http://virtualtour.childrenscolorado.org/virtualtour/mri-ambient-experience/> [Recuperado el 3 octubre 2017].
- Harvard Health Letter (2012). Blue light has a dark side [en línea]. Harvard Health Publishing. Harvard Medical School. Obtenido de: <https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/blue-light-has-a-dark-side> [Recuperado el 25 julio 2017].
- Nave, R. (2000). The 1976 CIE Chromaticity Diagram [en línea]. Atlanta, Georgia State University: Hyperphysic. Obtenido de: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html> [Recuperado el 17 octubre 2017].
- Ohno, Y. (mayo de 2011). Calculation of CCT and Duv and Practical Conversion Formulae [Diapositivas en PDF]. Optical Technology Division. National Institute of Standards and Technology. USA. Obtenido de: [http://www.cornusa.org/uploads/CORM\\_2011\\_Calculation\\_of\\_CCT\\_and\\_Duv\\_and\\_Practical\\_Conversion\\_Formulae.PDF](http://www.cornusa.org/uploads/CORM_2011_Calculation_of_CCT_and_Duv_and_Practical_Conversion_Formulae.PDF) [Recuperado el 15 julio 2017].
- Oziemblewski, P. (2006). Iluminación dinámica y moderna [en línea]. Luz e iluminación. Obtenido de: <http://www.swiatlo.tak.pl/oswietlenie/dynamiczne-nowoczesne.php> [Recuperado el 6 octubre 2017].
- Philips (2013). Nordsjællands Hospital, Hillerød [en línea]. PHILIPS. Large luminous surfaces. Obtenido de: <http://www.largeluminoussurfaces.com/content/prdkhillerod-delivery-rooms> [Recuperado el 3 octubre 2017].
- TDA (2015). R/GA Offices [en línea]. Tillotson Design Associates. Obtenido de: <http://www.tillotsondesign.com/rga-offices/> [Recuperado el 3 octubre 2017].
- Veitch J. (2014). Advanced energy [Conference]. The National Research Council (NRC), New York City. Reseña obtenida de: <http://www.eljaya.com/index.php/noticias/tecnologia/893-estudio-revela-luz-artificial-es-peligrosa-para-la-salud> [Recuperado el 6 noviembre 2017].